

# 사용성평가를 통한 모바일 기반 자율주행 탑승자용 HMI 개발 가이드라인 연구

이혁수\*, 정소정\*\*<sup>1</sup>, 이연주\*\*<sup>2</sup>, 김영윤\*\*\*

## Research on HMI Development Guidelines for Mobile-based Autonomous Driving Riders Through Usability Evaluation

Hyuksoo Lee\*, So-Jeong Jeong\*\*<sup>1</sup>, Yeon-Joo Lee\*\*<sup>2</sup>, and Young-Yun Kim\*\*\*

본 연구는 국토교통부/국토교통과학기술진흥원의 지원으로 수행되었습니다(과제번호 RS-2022-00142565)

### 요약

CAV(Connected and Automated Vehicle)의 상용화를 위한 다양한 기술이 발전되고 있으나, 사용자와 차량을 정보 제공을 통해 연결시켜주는 기술은 부족하다. CAV와 CHV(Conventional Human-operated Vehicle)가 혼재하는 도로에서 탑승자가 안심하고 CAV를 이용할 수 있도록 도와주는 정보 전달 기술 개발이 필요하다. 본 연구는 탑승자가 차량의 주행 정보와 상태를 쉽게 파악하기 위해 시각적으로 정보를 전달 받을 수 있는 HMI(Human Machine Interface)를 제안하고자 한다. 실제 차량에 적용할 수 있도록 제안하는 HMI 가이드라인에 대한 적합성을 검증하기 위해 디자인 전문가를 대상으로 한 심층인터뷰(FGI, Focus Group Interview)와 시선추적장치(Eye-tracker)를 이용하여 교차 검증을 진행하고 이를 기반한 HMI 가이드라인을 제안한다.

### Abstract

Various technologies for the commercialization of Connected and Automated Vehicles(CAV) are being developed, but technologies that connect users and vehicles through information provision are insufficient. It is necessary to develop information delivery technology that helps users use CAV with confidence on roads where CAV and Conventional Human-operated Vehicles(CHV) are mixed. This study proposes a Human Machine Interface(HMI) that allows users to receive information visually to easily grasp the driving information and condition of the vehicle. In order to verify the suitability of the proposed HMI guidelines to be applied to actual vehicles, we use Focus Group Interview(FGI) and Eye-Tracker to conduct cross-validation and propose HMI guidelines based on this.

### Keywords

CAV, CHV, mobile HMI, focus group interview, eye-tracker

\* 국립한국교통대학교 산업디자인학과 교수

- ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9179-5029>

\*\* 국립한국교통대학교 교통·에너지융합학과 석사과정

- ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-4185-6246>

- ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-2967-5833>

\*\*\* 국립한국교통대학교 산업디자인학과 교수(교신저자)

- ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1459-4650>

· Received: Oct. 28, 2024, Revised: Nov. 14, 2024, Accepted: Nov. 17, 2024

· Corresponding Author: Young-Yun Kim

Dept. of Industrial Design, Korea National University of Transportation,  
Korea

Tel.: +82-43-841-5738, Email: [yykim@ut.ac.kr](mailto:yykim@ut.ac.kr)

## I. 서론

본 연구는 “인프라 가이드를 통한 자율차 주행 지원 기술 개발(2022-2025)”에서 정의한 CAV(Connected and Automated Vehicle)와 CHV(Conventional Human-operated Vehicle)가 혼재하는 특정 도로 노드 상황을 배경으로 진행하였다[1]. 연구의 배경이 되는 혼재 상황은 완전 자율주행 차량의 상용화를 위한 과도기이고, 차량 주행에 대한 기술적인 개발과 함께 탑승자 중심용 미래 서비스의 개발이 병행되어야 함을 전제로 하였다. 또한, 탑승자는 자율주행 기술에 대한 신뢰가 구축되어야 CAV를 수용할 수 있으며, 사용자의 신뢰도를 높이기 위해서는 CAV와 탑승자간의 소통이 이루어져야 한다[2]. 따라서 본 연구는 CAV와 탑승자를 연결시켜주는 역할을 디지털 인터페이스를 기반으로 CAV의 주행 상황 및 차량 상태 등을 시각적으로 제공하는 가이드라인을 개발하는 것이 목표이다.

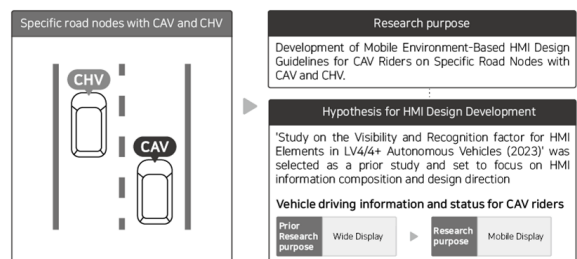
또한, 시각적인 정보를 전달하는 매체가 다양하므로 사용자에게 따라 선택하는 매체가 다를 수 있다는 점을 고려하여 CAV의 정보를 탑승자에게 전달하기 위해 사용하는 매체를 하나의 디바이스로 특정하지 않는다[3]. 차량 탑승자를 위한 내비게이션은 차량에 탑재된 내비게이션과 모바일 내비게이션이 주를 이루는데, 그 중 차량에 탑재된 내비게이션을 위한 CAV HMI 가이드라인은 “LV4\_4+ 자율주행 자동차 개발을 위한 HMI 요소 인지에 관한 연구(2023)”에서 진행하였다[4]. 이에 따라 본 연구에서는 모바일 환경을 기반으로 가이드라인을 제안하되, 시각적인 정보를 전달하는 모든 매체에 적용할 수 있도록 하였다.

I. 서론의 연구 목표를 달성하기 위하여, II. 연구 방법 설계를 통해 연구의 체계를 설정하였다. III. 연구 내용에서는 본 연구를 실행하기 위한 방법론의 적용 및 이를 통한 실험 계획 중심으로 기술되었다. 분석한 내용을 토대로 도출한 CAV용 모바일 기반 HMI 디자인 가이드라인은 IV. 결론 및 기대효과에 정리하였다.

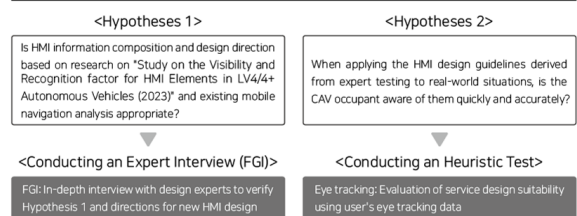
## II. 연구 방법 설계

그림 1은 본 연구의 전체적인 진행 단계를 5단계로 정리한 요약본이다.

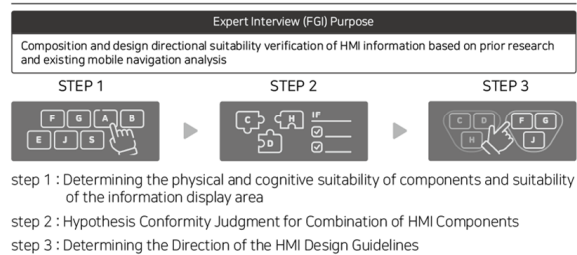
### [A] Setting the scope of research



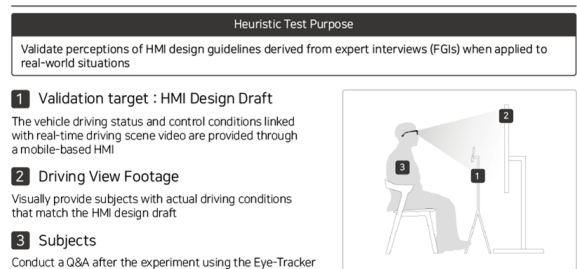
### [B] Setting Hypotheses



### [C] Expert Interview (FGI)



### [D] Heuristic Test



### [E] Derive guidelines

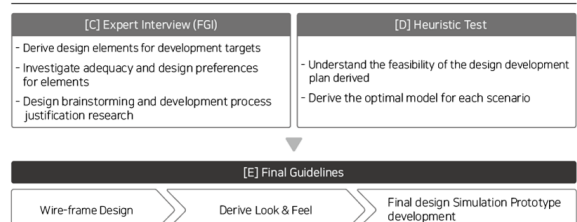


그림 1. 연구 방법 요약  
Fig. 1. Summary of research method

A. 연구 범위 설정을 통해 본 연구의 방향성을 정립하며, B. 가설 설정을 통해 연구의 결과를 예측하여 특정 요인이 연구 대상에 미치는 영향을 사전에 추론한다. C. 전문가 인터뷰와 D. 사용성 평가를 통해 앞서 설정한 가설을 검증하여, E. 가이드라인 도출에서 CAV 사용자를 위한 최적의 가이드라인을 도출한다.

A는 연구 범위 설정 단계로, CAV와 CHV가 혼재하는 특정 도로 노드에서 CAV 탑승자가 안심하고 주행할 수 있도록 차량과 상호작용할 수 있는 모바일 환경 기반 HMI 디자인 가이드라인을 개발하는 것을 목표로 한다.

B는 가설 설정 단계로, 첫 번째 가설은 선행 연구인 “인프라 가이드를 통한 자율차 주행지원 기술 개발(2022-2025)”의 연구 내용과 기존 모바일 내비게이션 분석을 바탕으로 구성된 모바일 HMI 정보 구성 및 디자인 방향성이 적합하지를 다룬다. 이를 위해 전문가 인터뷰(FGI)를 통해 문제 정의를 실시한다. 두 번째 가설은 전문가 인터뷰에서 도출된 모바일 HMI 디자인 가이드라인이 실제 환경에서 CAV 탑승자가 신속하고 정확하게 인지하는지를 다룬다. 이는 사용성 평가를 통해 검증한다.

C는 디자인 분야 전문가들을 대상으로 한 전문가 인터뷰 단계로, 세 단계로 구성된다[5]. 첫 번째 단계에서는 모바일 HMI 구성 요소의 물리적·인지적 적합성과 정보 표시 영역의 적합성을 평가한다. 두 번째 단계에서는 모바일 HMI 구성 요소 조합의 가설 적합성을 판단하고, 세 번째 단계에서는 모바

일 HMI 디자인 가이드라인의 방향성을 논의한다.

D는 사용성 평가 단계로, 일반인 20명을 대상으로 진행한다[6]. 시선 추적 장치(Eye-tracker)를 사용하여 앞선 전문가 인터뷰를 바탕으로 도출된 모바일 HMI 디자인 가이드라인을 실제 환경에 적용했을 때의 인지도를 검증한다.

E는 가이드라인 도출 단계로, 전문가 인터뷰와 사용성 평가를 통해 수집된 데이터를 종합적으로 분석한다. 이 과정에서 전문가들의 피드백과 일반 사용자의 경험을 통합하여 효과적인 디자인 방향을 제시할 수 있으며, 이를 통해 최적의 모바일 HMI 디자인 가이드라인을 도출한다.

본 연구는 공학에서 도출된 데이터를 디자인적 시각언어로 해독하고 이를 기반으로 정량 분석(Eye-tracking)과 전문가 인터뷰(FGI)를 통해 교차 검증하여 연구의 신뢰성을 높일 수 있는 학문적 기여가 있다고 판단된다.

### III. 연구 내용

#### 3.1 모바일 HMI 레이아웃 구성

CAV용 모바일 내비게이션 HMI 레이아웃은 “LV4\_4+ 자율주행 자동차 개발을 위한 HMI 요소 인지에 관한 연구(2023)”에서 진행한 12.3inch 와이드 디스플레이의 레이아웃을 기반으로 그림 2와 같이 구성하였다[7].

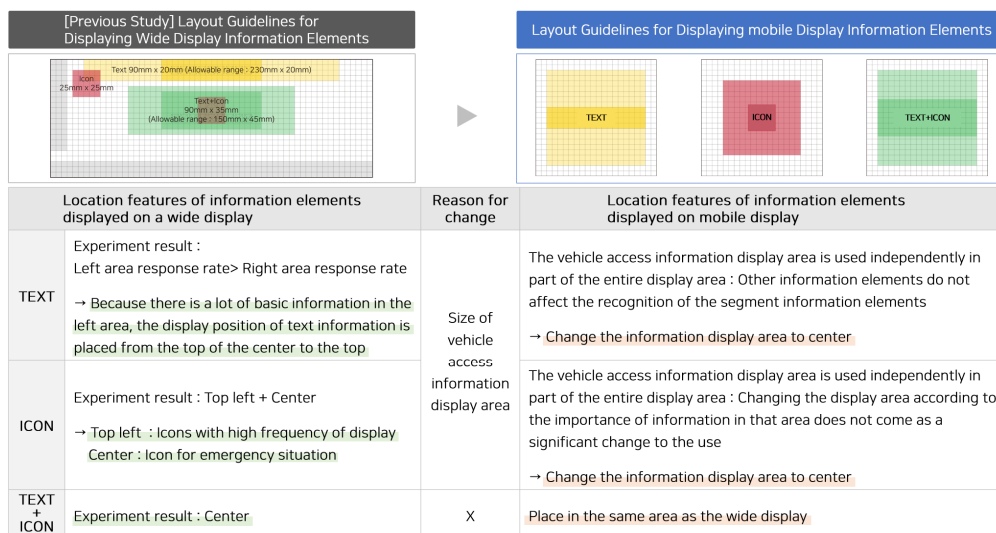


그림 2. 모바일 HMI 레이아웃 구성  
 Fig. 2. Mobile HMI layout configuration

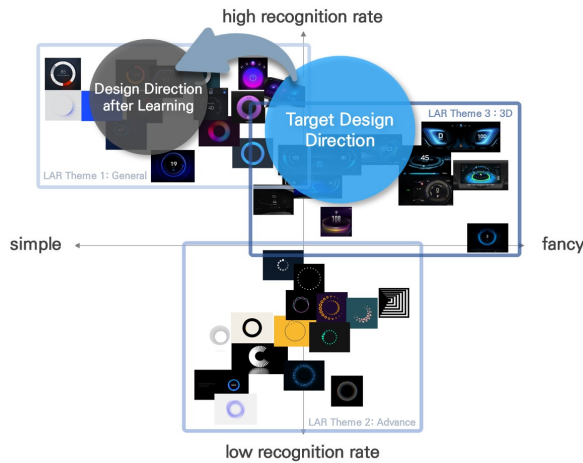


그림 3. 모바일 HMI 디자인 방향 포지셔닝  
Fig. 3. Mobile HMI design direction positioning

또한, 새롭게 제안하는 HMI를 시각적으로 정보를 제공하는 디지털 매체의 다양한 화면 비율에 유연하게 적용하기 위해 변형이 쉬운 정사각형 타입의 PIP(Picture in Picture) 정보 배치를 제안하였다.

HMI 정보 구성과 디자인 방향을 검증하기 위해 세 가지 디자인 테마를 적용한 디자인 시안을 제작한다. 테마1은 2D 타입으로 컬러 변화와 같은 최소한의 모션 효과를 사용하여 차량 접근 정보를 표시하는 영역의 형태가 변형되지 않도록 심플하게 구성하였다. 테마2는 2D 타입으로 차량 접근 정보 표시 영역을 패턴 변화나 비정형적인 변화를 사용하여 정교하게 구성하였다. 테마3은 입체적인 디자인을 적용시켜 3D 타입으로 구성한다. 각 3가지 테마의 특징을 형태적인 기준(Simple-fancy)과 인지적인 기준(Low recognition rate-high recognition rate)으로 구분하여 디자인 방향성을 도출하기 위한 포지셔닝을 그림 3과 같이 진행하였다. 본 연구에서는 새로운 개념의 자율주행 상황 안내 서비스를 제안한다는 점을 고려하여 사용자의 시선을 집중시킬 수 있는 입체 디자인 방향(테마3)으로 HMI 디자인을 우선적으로 적용시켰다. 단, 현재 제공하고자 하는 서비스가 학습이 된 후에는 탑승자들이 해당 기능에 적응되어 있기에 다양한 디자인 요소로 시선을 집중시키는 것보다 시각적인 피로도를 줄일 수 있는 디자인(테마1)이 더 필요할 것으로 나타났다.

전문가 인터뷰(FGI)에서 사용되는 시안은 정보 표출 요소인 텍스트, 아이콘, 그리고 텍스트와 아이

콘의 조합에 대한 크기, 비율, 컬러 등 개별적인 요소들을 검증할 수 있도록 총 159개의 시안을 제작하였다[8]. 사용성 평가에서 사용되는 시안은 하나의 도로 노드 상황을 바탕으로 차량 주행 상황 및 차량 상태 정보 안내를 적용한 모바일 HMI 디자인을 영상으로 제작하였다. 시안 영상에는 소리의 유무를 적용하여 소리가 없는 시안에는 텍스트의 문장 유형을 서술형으로 제작하고, 소리가 적용된 시안에는 텍스트의 문장 유형을 간결하게 적용하였다. 전문가 인터뷰(FGI)와 사용성 평가에 활용할 시안은 그림 4와 같이 실제 모바일 화면에 적용할 수 있는 크기로 제작하였다.

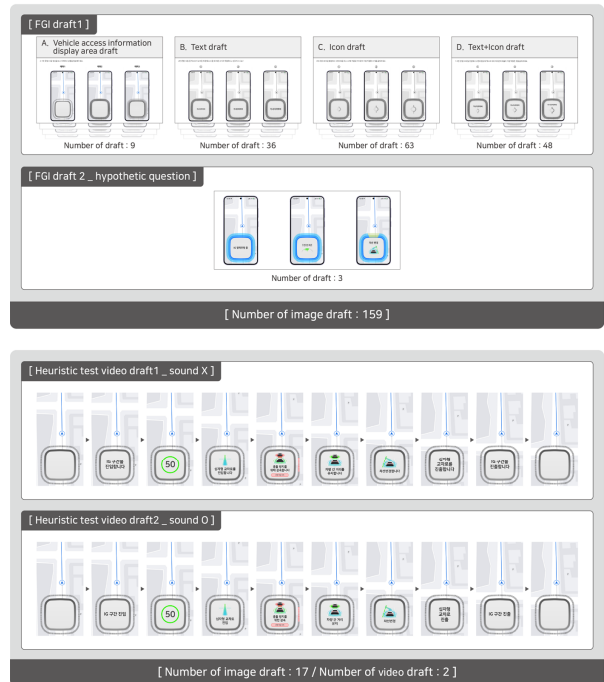


그림 4. 전문가 인터뷰(FGI) 및 사용성 평가 시안  
Fig. 4. Draft of FGI and usability evaluation

### 3.2 전문가 인터뷰(FGI)

전문가 인터뷰(FGI, Focus Group Interview)는 모바일 HMI 디자인의 적합성에 대한 의견과 HMI 디자인의 방향성을 도출하는 것을 목표로 한다. 인터뷰 대상은 (사)한국산업디자인협회의 추천을 받은 박사 학위 소지자 5인으로 진행하였다. 디자인 분야 전문가들은 각자의 전문 지식과 경험을 바탕으로 인터페이스의 직관성, 접근성, 그리고 사용자의 요



구에 대한 적합성을 평가한다. 인터뷰를 통한 피드백은 HMI 디자인의 최적화 및 이후 사용성 평가에 반영되어 사용자 중심의 디자인 솔루션을 구현하는데 적용하였다.

전문가 인터뷰의 1단계. 모바일 HMI 구성 요소 가이드라인 도출을 위한 기본 문항, 2단계. 본 연구자가 제안하는 가설에 대한 적합성 평가, 3단계. 최종 디자인 방향성 판단을 거쳐 도출한 응답을 그림 5와 같이 분석하였다. 문항의 순서는 A 차량 접근 정보 표시 영역, B 텍스트, C 아이콘, D 텍스트+아이콘 순으로 진행하였다. 디자인 분야 전문가들의 의견들을 종합한 결과는 다음과 같다.

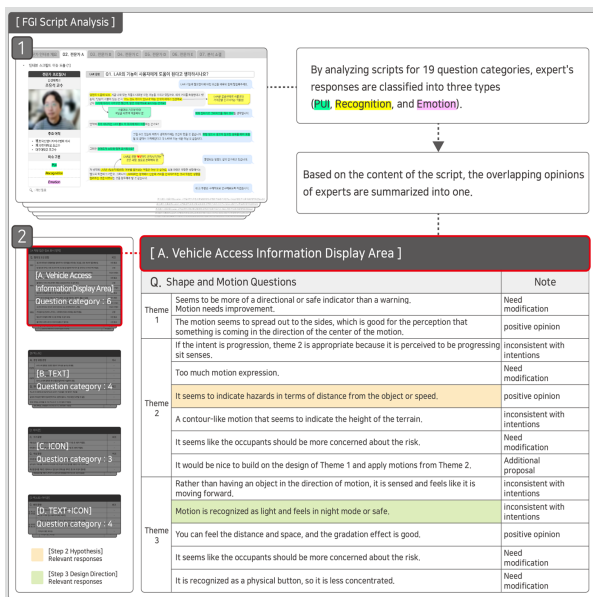


그림 5. 전문가 인터뷰(FGI) 문항 및 응답 분석  
Fig. 5. FGI question and response analysis

A의 기능 필요성에 대한 문항에서는 긍정적이었으나, 일부 시안의 모션과 형태적인 요소에 대해서 수정이 필요하다는 평가가 있었다.

A의 모션 같은 경우, 테마1의 디자인은 모바일에 적용하기에 적합하지만, 차량 접근 정보 보다는 진행 방향을 나타내는 모션으로 혼동될 수 있다고 판단되었다. 테마2는 차량 접근 정보에 대한 모션이 가장 직관적이나, 표현이 다소 과하여 테마1의 심플한 형태를 기반으로 테마2의 모션을 활용하면 좋을 것 같다는 피드백이 있었다. 테마3의 모션은 진행 방향에 대한 표시와 안전함으로 인지되기 때문에

기능적인 부분에서 부적합하다는 평가가 있었다.

A의 컬러는 안전의 의미가 강조되는 초록색 기반의 유사 포인트 컬러, 파란색 기반의 대비 포인트 컬러 시안보다 모노톤 기반의 포인트 컬러 시안이 인지도 측면에서 적합하다고 판단되었다. 다만, 차량 접근 정보를 나타내는 포인트 컬러는 경고를 의미하는 붉은색 계열로 적용해야 하며, 모노톤 디자인의 경우 애니메이션 효과를 통해 활성화 상태를 나타낼 필요가 있다는 결론을 도출하였다.

A의 크기에 대한 문항에서는, A 영역이 모바일 화면의 1/3 이상을 차지하여 뒤에 있는 맵 정보를 확인하기 어렵다는 평가가 있었다. 반면, CAV 특성을 고려했을 때 현재 시안의 크기도 적합하지만 모바일 전체 화면 만큼 커져도 괜찮다는 평가도 있었다. 본 연구에서 개발하는 HMI 가이드라인은 CAV 탑승자가 대상이므로, 두 번째 평가의 가중치를 높여 A의 크기는 시안에서 제안하는 크기를 유지하는 것으로 결론 내렸다. 첫 번째 평가 역시 타당성이 있는 의견이기에, A 영역에 가려진 맵 정보를 인지할 수 있는 추가적인 방안이 필요했다. 이에 대한 솔루션으로 A 영역에 투명도를 적용하여 A영역 뒤에 있는 맵 정보를 확인 할 수 있는 기능을 제공하여 사용자가 선택할 수 있도록 제안한다.

B가 표출 될 때의 크기는 가시성과 시인성 측면에서 클수록 효과적이기 때문에 11pt, 13pt, 15pt 중 15pt가 적합하다는 평가가 가장 많았다.

B의 표출 최대 범위는 텍스트의 가독성을 해치지 않는 선에서 정보 요소 표출 영역의 70%-80%까지 차지하는 길이가 적합하다고 평가하였다.

B의 문장 유형은 사운드가 없는 경우 정확한 의미 전달을 위해 서술형 구조가 적용되어야 하지만 사운드가 동반되는 경우 가독성을 높이기 위하여 단답형 구조를 적용해야 한다는 평가가 있었다.

C가 표출 될 때의 크기는 B와 마찬가지로 가시성과 시인성 측면에서 클수록 효과적이기 때문에 14×14mm, 18×18mm, 22×22mm 중 22×22mm가 적합하다는 평가가 가장 많았다.

C에 적용해야 하는 컬러는 하나의 포인트 컬러를 사용한 시안과 아이콘의 특성에 따라 컬러를 다르게 사용한 시안 중 두 번째 시안이 의미 전달에 있어서 정확하다고 판단되었다.

A의 3가지 시안에 맞추어 디자인 된 C의 시안은 기존의 반자율주행 차량에서 사용되는 아이콘과 상충하거나, ISO 규정에 명시된 아이콘에서 벗어난다는 문제점이 있어 일부 아이콘 디자인을 변경해야 한다는 피드백이 있었다. 이에 따라 C는 ISO 규정을 적용시켜 디자인을 단순화하고, 의미적으로 다른 아이콘과 상충되는 요소들을 수정하였다.

D가 표출 될 때 텍스트 대비 아이콘의 비율은 52%, 64%, 76% 중에서 76%가 적합하다는 평가가 가장 많았다.

D의 표출 최대 범위는 텍스트에 아이콘이 추가 되어 복잡하게 인식되므로 표출 영역의 60%-70%까지 차지하는 길이가 적합하다고 평가하였다.

D의 배치는 텍스트가 아이콘 아래에 표출되는 것이 적합하고 판단되었다. 이에 대한 이유로는 텍스트를 전부 읽지 않아도 정보의 의미가 이해가 되고, 다른 정보들을 고루 보기에 적합하기 때문이다.

### 3.3 사용성 평가

앞서 진행한 CAV용 HMI 레이아웃 가이드라인 연구를 통해 도출한 시안을 실제 상황에 적용했을 때도 적합한지 검증하고자 사용성 평가를 진행한다. 사용성 평가는 가상의 주행 환경을 조성하여 시선 추적 장치를 착용한 피실험자들을 대상으로 진행하였다. 피실험자는 자율주행에 대한 기본 학습을 완료한 20대 일반인 20명으로 구성하였으며, CAV 탑승자의 입장이 되어 본 연구에서 제안하는 디자인 시안 적합도를 평가하도록 하였다. 이후 본 연구자는 도출한 시선 추적 데이터를 통해 제안하는 디자인 시안의 사용성을 검증하고자 하였다[9].

사용성 평가의 문항은 ‘소리의 유무를 적용한 디자인 시안 중 무엇이 적합한가’, ‘FGI를 통해 도출한 디자인 시안이 실제 사용자에게 적합한가’를 다룬다. 시선 추적 데이터를 통해 실험 시안 영상 중 특정 메시지 표출 시점에 몇 명의 피실험자들의 시선이 정확하게 모바일로 향했는지를 확인하고자 하였다. 특정 메시지들은 텍스트, 아이콘, 텍스트+아이콘의 조합으로 구성되어 있으며 총 8개의 차량 주행 안내 메시지를 불규칙적인 순서로 배치하였다.

주행 안내 메시지를 불규칙적으로 배치한 이유는 같은 조합으로 구성된 메시지가 연속적으로 표출되었을 때, 정보 요소의 배치나 크기 등의 특징이 실험 과정에서 학습이 될 수 있기 때문이다.

사용성 평가의 문항에 대한 결과는 그림 6과 같다. 두 가지 시안이 실제 상황에 적용되었을 때 적합한가에 대한 질문에 A시안은 35%, B시안은 96%가 적합하다고 응답하였다. B시안이 적합하다고 응답한 사유는 ‘상황이 쉽게 이해가 됨’(55%), ‘모바일에 시선 유도가 잘 됨’(35%), ‘안심이 됨’(15%)이 있었다. 부적합하다고 응답한 사유는 ‘특정 용어가 이해가 안됨’, ‘소리로 상황이 이해가 되므로 모바일에 시선이 가지 않음’, ‘계속되는 안내 음성으로 인한 피로도가 쌓임’이 있었다.

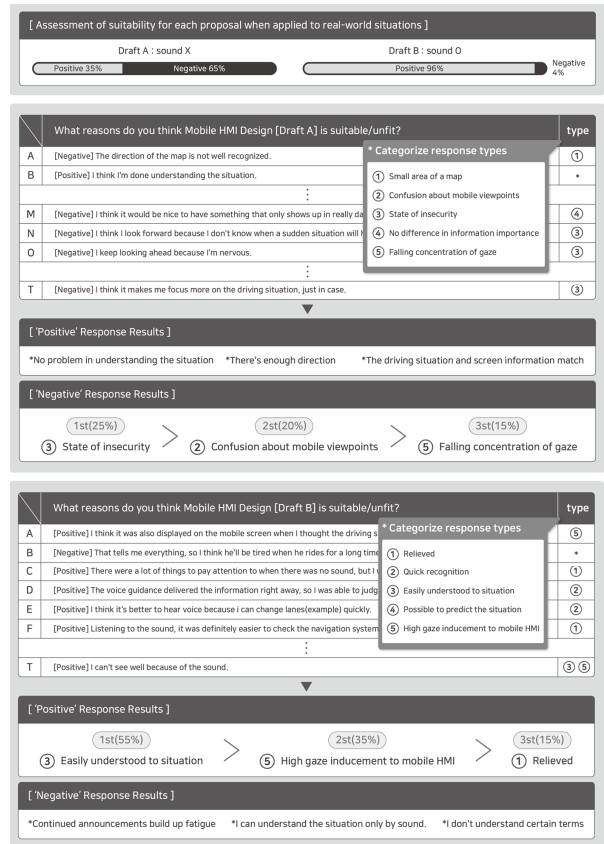


그림 6. 사용성 평가 질의응답 결과 분석  
Fig. 6. Analysis of usability evaluation Q&A results

시선 추적 데이터를 분석한 결과는 그림 7과 같다. 시선 추적 데이터는 A시안의 평균 시선 정확도(40%)보다 B시안의 평균 시선 정확도(61.9%)가 더 높게 측정되었다.



그림 7. 사용성 평가 시선 추적 데이터 분석  
Fig. 7. Usability evaluation gaze tracking data analysis

8개의 차량 주행 안내 메시지 중 시선 정확도 50%가 넘는 메시지는 A시안에서는 4개, B시안에서는 6개로 나타났다.

질의 응답에 대한 결론과 시선 추적 데이터를 통한 결론을 비교하였을 때 FGI를 통해 도출한 디자인 가이드라인이 실제 상황에 적용하여도 적합하며, 소리가 적용된 B시안이 탑승자의 인지도가 높다는 것을 결론내릴 수 있었다. 추가적으로, 질의 응답을 통해 발견한 문제점을 해결하여 최종 디자인 가이드라인을 개발 예정이다.

#### IV. 결론 및 기대효과

본 연구를 통해 위의 그림 8과 같이 CAV와

CHV가 혼재하는 도로에서 CAV 탑승자가 차량의 주행 정보와 상태를 시각적으로 명확하게 전달받을 수 있는 최적의 모바일 HMI 디자인 가이드라인을 도출하였다. 차량 접근 정보 표시는 전체 화면의 30% 이상 크기를 유지하되, 경고의 효과를 붉은색 계열로 표시하도록 한다. 추가적으로 해당 기능이 활성화되고 있음을 나타내는 효과와 상황에 따라 지도 정보를 확인할 수 있는 기능을 적용하도록 한다. 텍스트는 15pt로 단답형 문장을 중앙 배치하고, 표출 최대 범위는 정보 표출 영역의 70%-80%로 설정한다. 아이콘은 22mm×22 mm 크기로 의미의 특성을 구분할 수 있는 색상을 적용하여 중앙에 배치하도록 한다. 텍스트+아이콘은 13pt의 텍스트를 기준으로 텍스트 대비 아이콘 크기를 76%로 표시하도록 한다. 표출 최대 범위는 정보 표출 영역의 60%-70%로 설정하고 중앙에 배치하도록 한다. 또한, 텍스트 정보는 아이콘 정보보다 위에 배치하도록 한다.

연구의 한계로, 본 연구는 CAV와 CHV의 혼재 상황을 직접 경험하는 것이 아닌 순수한 데이터로 기반으로 한 추론을 근거로 하므로 향후 기술의 개발 정도와 적용에 따라 후속 연구가 진행되어야 한다. 두 번째로 연구의 근간이 되는 데이터는 'CAV 차량의 주행 의도에 따른 인프라 정보'에 기반하므로 상대적으로 CHV 탑승자에 대한 양보와 신뢰가 바탕이 될 수 밖에 없음을 밝힌다.

기대효과로는 CAV와 탑승자 간의 원활한 소통을 가능하게 하여 자율주행 기술에 대한 신뢰도가 향상됨에 따라 CAV의 상용화 촉진을 예상할 수 있다. 즉, 탑승자가 자율주행 차량의 의도와 현재 상태를 쉽게 이해하고, 필요한 경우 적절한 피드백을 제공받을 수 있기 때문에 CAV에 대한 심리적 안정감이 증대될 것으로 예상된다. 또한, 본 연구에서 제안하는 가이드라인은 특정 디바이스에 국한되지 않고 다양한 플랫폼에 적용될 수 있기 때문에 CAV 사용의 접근성이 확대될 것으로 기대한다. 결과적으로, 폭 넓은 사용자층이 CAV를 편리하게 경험할 수 있게 되어 자율주행 기술의 보급 및 활용이 가속화될 것으로 기대한다.

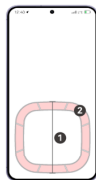
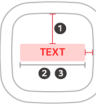
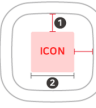
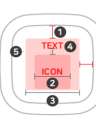
Final Mobile HMI Design Guideline		
	Size	① It is applied with a size that accounts for 50% of the total screen area based on mobile screen.
	Motion	② Divide the vehicle in eight directions to divide the warning level into three stages, depending on the distance and speed of the approaching hazard Display. (Using morphological motion and color change)
		The color of the motion representing the hazard is shown in a red series.
	Additional proposal	Even in general situations that do not represent risk factors, a monotone displays motion indicating that you are activating, rather than just adding color.
	Expression place	① Centrally placed within the vehicle access information display area.
	Size	② Text information is displayed in 15pt.
	Maximum range	③ Limited to 70-80% of the information element display area within the vehicle access display area.
	Sentence Type	In combination with voice, a sentence type of short answer structure is applied.
	Expression place	① Centrally placed within the vehicle access information display area.
	Size	② Applies in a size of 22mm X 22mm.
	Color	A color that distinguishes each characteristic of the icon is applied, but consistency is applied with one tone.
	Design	Designed in a form that can be intuitively understood by applying ISO regulations.
	Expression place	① Centrally placed within the vehicle access information display area.
	Proportion	② The ratio of the size of the icon information to the size of the text information is applied at 76%. (text : 13pt)
	Maximum range	③ Limited to 60-70% of the information element display area within the vehicle access information display area.
	Disposition	④ Text information is located below icon information and center alignment is applied for the two information.
	Distance	⑤ The interval between text information and icon information is applied as 20% of the length of the icon.

그림 8. 최종 모바일 HMI 디자인 가이드라인  
 Fig. 8. Final mobile HM design guidelines

References

[1] National Transport Information Center, <https://www.its.go.kr/nodelink/> [accessed: Oct. 23, 2024]

[2] J. B. Ryu, M. H. Yang, and S. H. Park, "Development of the scale and model for the trust and acceptance of autonomous vehicles", *Journal of Transport Research*, Vol. 28, No. 3, pp. 33-48, Sep. 2021.

[3] J. I. Jang and Y. H. Ban, "Proposal of active control switching alarm system in partial autonomous driving environment : focused on mobile navigation sound alarm", *Journal of Next-generation Convergence Information Services Technology*, Vol. 8, No. 1, pp. 1-16, Mar. 2019. <http://doi.org/10.29056/jncist.2019.03.01>.

[4] Consumer Insight, [https://www.consumerinsight.co.kr/voc\\_view.aspx?no=3483&id=pr4\\_list&PageNo=1&sc hFlag=0](https://www.consumerinsight.co.kr/voc_view.aspx?no=3483&id=pr4_list&PageNo=1&sc hFlag=0) [accessed: Oct. 23, 2024]

[5] A. Warghoff, S. Persson, P. Garmy, and E.-L. Einberg, "A Focus Group Interview Study of the Experience of Stress amongst School-Aged Children in Sweden", *International Journal of Environmental Research and Public Health*, Vol 17, No. 11, pp. 1-10, Jun. 2020. <https://doi.org/10.3390/ijerph17114021>.

[6] T. Ceroni, "The Role of Visual Attention and Eye Movements in Product Purchases on Online Websites", *Utrecht University*, pp. 1-21, Aug. 2020.

[7] Y. Y. Kim and H. S. Lee, "Study on the Visibility and Recognition factor for HMI Elements in LV4/4+ Autonomous Vehicles", *Journal of Korean Institute of Information Technology*, Vol. 21, No. 12, pp. 227-235, Dec. 2023. <http://dx.doi.org/10.14801/jkiit.2023.21.12.227>.

[8] J. H. Lee and Y. H. Kim, "A Study on the Interface Element of Car Navigation Affecting Cognitive Affordance : focused on Function Icon", *Journal of Digital Design*, Vol. 14, No. 4, pp. 201-210, Oct. 2014.

[9] G. E. Won and H. S. Kwon, "Proposing User-Centered HMI Design Guide for Digital Manufacturing : focusing on PBF Metal Additive Manufacturing Machine", *Design Research*, Vol. 9, No. 1, pp. 151-167, Mar. 2024. <http://dx.doi.org/10.46248/kidrs.2024.1.151>.



## 저자소개

### 이 혁 수 (Hyuksoo Lee)



2002년 2월 : 홍익대학교  
산업미술대학원(디자인학석사)  
2006년 6월 : 건국대학교 대학원  
산업디자인학과 박사과정수료  
2007년 4월 ~ 현재 :  
국립한국교통대학교  
산업디자인학과 교수

관심분야 : 제품디자인, UX/UI 서비스 디자인

### 정 소 정 (So-Jeong Jeong)



2024년 2월 : 국립한국교통대학교  
산업디자인학과(학사)  
2024년 3월 ~ 현재 :  
국립한국교통대학교  
교통·에너지융합학과 석사과정  
관심분야 : 제품디자인, UX/UI  
서비스 디자인

### 이 연 주 (Yeon-Joo Lee)



2024년 2월 : 국립한국교통대학교  
산업디자인학과(학사)  
2024년 3월 ~ 현재 :  
국립한국교통대학교  
교통·에너지융합학과 석사과정  
관심분야 : 제품디자인, UX/UI  
서비스 디자인

### 김 영 윤 (Young-Yun Kim)



2004년 2월 : 국민대학교  
산업디자인 (디자인학석사)  
2013년 6월 : Ph.D degree,  
Department of Art & Design,  
Salford University  
2020년 4월 ~ 현재 :  
국립한국교통대학교

산업디자인학과 교수

관심분야 : UX/UI 서비스 디자인, 사용자 경험 디자인